Gefährdungsursachen des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla* L. 1758)

Oliver KRONE, Norbert KENNTNER & Frieda TATARUCH

Abstract: The causes of death of 390 White-tailed Sea Eagles (*Haliaeetus albicilla*) from Germany were examined between 1996 and 2007 at the Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research in Berlin. The pathological dissections of the animals were complemented by parasitological, bacteriological, histological, radiographical and toxicological examinations. Detailed information about the circumstances of findings was considered in the analyses. The detected causes of mortality were classified into 17 categories and assigned to natural and anthropogenic factors.

Within 11 categories of anthropogenic mortality factors, lead intoxication is the most important with 89 (23%) eagles affected. Fragments of lead-containing ammunition ingested with the food are responsible for these intoxications. Sources for lead particles are shot game animals found dead or moribund or gut piles left in the field.

The second important cause of death (n=65) is represented by collisions with trains: When feeding on animal carcasses lying on the railway, White-tailed Sea Eagles collide directly with the train or are sucked by the air stream into the train. In 42 eagles a massive trauma which could not be attributed to any specific source was identified as cause of death. Nineteen birds were suspected poisoned with carbamates, which was verified in additional 10 eagles by isolating carbofuran from crop or gizzard contents. Fifteen eagles died from electrocution. Lethal collisions with power lines were determined in 12 and wind power plants in 13 cases. Three eagles had lethal mercury levels (>30 µg/g), three eagles were illegally shot (1x bullet, 2x lead shots) and another three eagles were killed in traffic accidents (1x main road, 1x country road, 1x motorway).

The natural causes of death comprise 29 eagles which were killed in intraspecific territorial fights. Eighteen birds died from infections with either bacteria, parasites or fungi. The "pinching off syndrome" (general developmental disorder of the feathers), a lethal factor in the wild, affected seven White-tailed Sea Eagles. Two eagle nestlings were killed by Hooded Crows (*Corvus corone cornix*) as a result of repeated human disturbance. One adult and one juvenile eagle died because of renal gout.

Key words: Causes of death, diseases, heavy metals, lead intoxication, white-tailed sea eagle.

Einleitung

Der Seeadler (*Haliaeetus albicilla*) eignet sich aufgrund seiner Lebensweise als Spitzenprädator und seiner Langlebigkeit hervorragend als Bioindikator für Schadstoffe, die sich sowohl in limnischen als auch terrestrischen Ökosystemen entlang der Nahrungskette anreichern (HAHN & HAHN 1995). Seine Lebensraumansprüche kennzeichnen den Seeadler als Vogel der Seen, Flüsse und Meeresküste. Hier benötigt er störungsarme Horstplätze und Sitzwarten, von denen er das Gewässer und seine potentiellen Beutetiere beobachten kann. Seine Störungsempfindlichkeit ist heute noch ein Selektionsergebnis jahrzehntelanger Verfolgung durch den Menschen, die bis ins 19. Jahrhundert zurückgeht, weshalb er insbesondere während des Horstbaus und der Brutzeit sehr empfindlich auf ungewohnte Störungen reagiert. Intensive Schutzmaßnahmen und das Verbot persistenter Pestizide (z. B. DDT, Quecksilber als Saatbeize) führten seit den 1980er Jahren zu einem positiven Bestandswachstum in Deutschland und Europa (HAUFF 1998, HAUFF et al. 2007).

Die Nahrungszusammensetzung ist abhängig von der Verfügbarkeit im jeweiligen Habitat und starken saisonalen Schwankungen unterworfen. Die Beutetiere sind im Frühjahr und Sommer hauptsächlich Fische mit einem im Jahresverlauf zunehmenden Anteil von Wasservögeln (OEHME 1975, STRUWE-JUHL 1998) und im Winter, bei fehlendem Zugang zu Fischen und Wasservögeln, insbesondere Säugetiere oder Teile davon, die als Aas aufgenommen werden.

Die Untersuchungen des Gesundheitszustandes und der Todesursachen des Seeadlers sind von grundlegender Bedeutung, da der Seeadler als besonders sensibler Bioindikator früher als der Mensch auf Schadstoffe in der Umwelt reagiert und als Konsument von Aas auch für akute Vergiftungen exponiert ist. Seine Verlustursachen sind ein Spiegel für den Umgang des Menschen mit der Natur und sein Vorkommen ist ein Hinweis auf eine ausgeprägte Artenvielfalt, da vom Schutz des Seeadlers eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen profitiert, die seinen Lebensraum teilen.

Denisia **27** (2009): 139–146

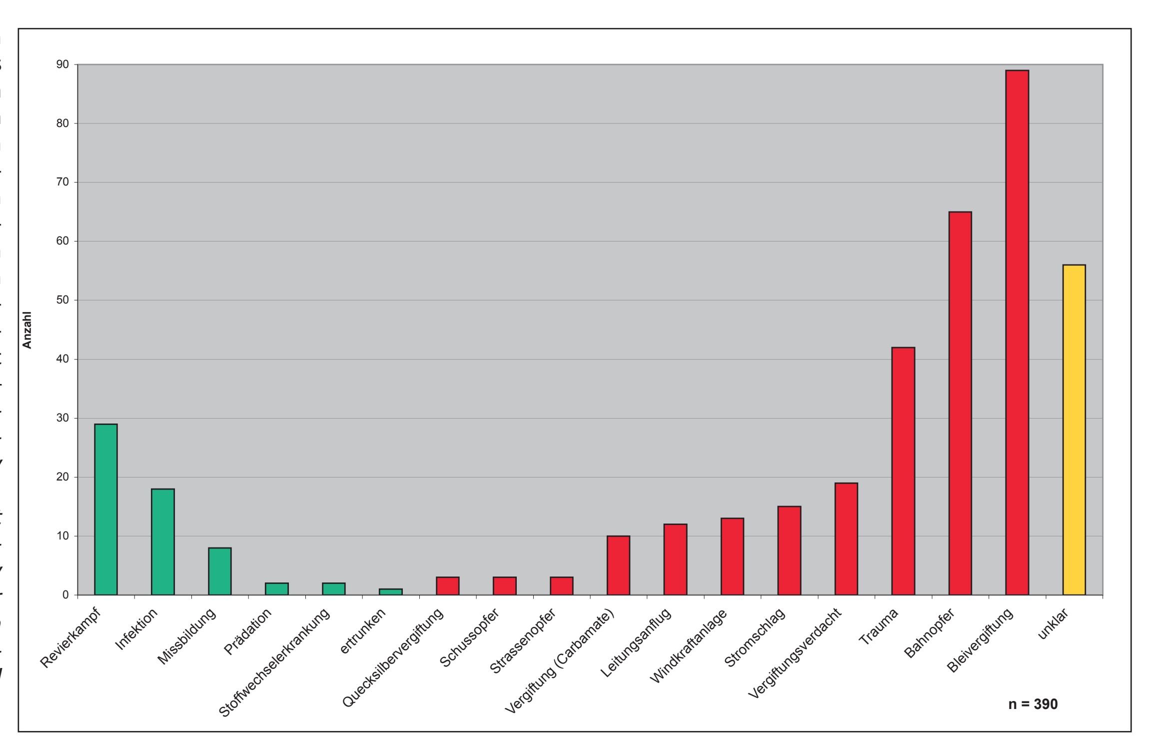


Abb. 1: Todesursachen von Seeadlern aus Deutschland aus dem Untersuchungszeitraum 1996–2007. Die grünen Balken stellen die „natürlichen" und die roten die „anthropogen bedingten" Todesursachen dar. Der gelbe Balken zeigt den Anteil an Seeadlern, deren Verlustursache nicht ermittelt werden konnte. — *Death causes of White-tailed Sea Eagles in Germany from the study period 1996–2007. Green bars represent "natural", red bars "anthropogenic" mortality factors. The yellow bar depicts the proportion of White-tailed Sea Eagles with unidentified causes of death.*

Material und Methoden

Seit 1996 werden am Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) in Berlin Seeadler auf ihren Gesundheitszustand und ihre Todesursachen untersucht. Dabei werden neben routinemäßig durchgeführten veterinär-pathologischen Untersuchungen auch wildbiologische Aspekte, wie z. B. Mauserzustand, Körpermaße und Reproduktionsstatus berücksichtigt. Darüber hinaus werden toxikologische Analysen zur Belastung mit Schwermetallen, Pestiziden und polychlorierten Biphenylen (PCBs) durchgeführt. Die Schwermetallkonzentrationen von Blei, Cadmium und Quecksilber wurden mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) nach vorhergehendem Säureaufschluss (HNO_3) analysiert. Die Ergebnisse sind in ppm (parts per million) bezogen auf das Frischgewicht angegeben. Die chlorierten Kohlenwasserstoffe (Pestizide, PCBs) wurden aus der Leber und dem Fettgewebe extrahiert und mittels Gaschromatographie mit Elektroneneinfangdetektor bestimmt (Kenntner et al. 2001, 2003). Röntgenaufnahmen zum möglichen Nachweis von Fremdkörpern (Beschuss) oder einer Aufnahme von Metallpartikeln (Geschosspartikel, Schrote) wurden vor der Sektion durchgeführt. Die Tierkörper stammen aus den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Schleswig-Holstein, Sachsen, Niedersachsen, Berlin, Sachsen-Anhalt und Thüringen und wurden von Jägern, Förstern, Ornithologen, Naturschutzstationen, veterinärmedizinischen Einrichtungen und Privatpersonen zur Untersuchung an das IZW eingeschickt. In jedem Fall wurden Hintergrundinformationen, wie Angaben zum Finder, Fundort (Eintrag des Fundortes auf einer Karte oder Angabe der Koordinaten), Funddatum und die Fundumstände abgefragt. Frischtote Vögel wurden umgehend untersucht und ältere Tierkörper (mit beginnender Verwesung) in luftdichten Plastiksäcken bei -20°C bis zur Untersuchung gelagert.

Die Einteilung in folgende Altersklassen erfolgte anhand von Gefiedermerkmalen (Fischer 1984, Forsman 1999, Glutz von Blotzheim et al. 1971): Nestling, juvenil (1. Lebensjahr), immatur (2.–3. Lebensjahr), subadult (4. Lebensjahr), adult (>4. Lebensjahr). Die Geschlechtsbestimmung erfolgte mit Hilfe der Körpermaße (Helander 1988, Love 1983, Mizera 1999) und anhand der Gonaden. Die Messungen des Unterhaut-, Bauchhöhlen- und Herzkranzfurchenfettgewebes, die Ausprägung der Brustmuskulatur und das Gewicht dienten der Ermittlung der Kondition der Seeadler. Die pathologische Untersuchung der Vögel erfolgte unter besonderer Berücksichtigung von Verletzungen, Organveränderungen, Krankheiten und Parasiten. Die parasitologischen Methoden wurden detailliert beschrieben (Krone 2000). Histologische Untersuchungen zur Absicherung der Todesursachen wurden nur bei solchen Tieren durchgeführt, deren Erhaltungszustand dies zuließ. Die Einteilung der Todesursachen in die einzelnen Kategorien erfolgte aufgrund der pathologischen Befunde und der Hintergrundinformationen des jeweiligen Finders.

Ergebnisse

Von den 390 untersuchten Seeadlern waren 55% weiblich und 42% männlich (Exakter Fisher Test, p=0,0002), in 3% der Fälle konnte das Geschlecht nicht bestimmt werden. Es wurden hauptsächlich adulte Seeadler (50%) zur Untersuchung eingeschickt, gefolgt von juvenilen (19%), immaturen (17%), subadulten (9%) und Nestlingen (4%). Bei zwei Tieren (1%) konnte das Alter nicht identifiziert werden. Der überwiegende Anteil (60%) der untersuchten Adler wies einen guten oder sehr guten Ernährungszustand auf (Exakter Fisher-Test, p<0,0001, n=390), mäßig ernährt waren 11% der Seeadler und 22% waren schlecht oder sehr schlecht ernährt. Bei 7% der Tiere konnte der Ernährungszustand aufgrund einer fortgeschrittenen Autolyse nicht ermittelt werden.

Die festgestellten Todesursachen konnten in 17 Kategorien unterteilt werden, wobei sechs auf die „natürlichen" und 11 Kategorien auf die „anthropogen bedingten" Todesursachen entfallen (Abb. 1).

Unter den natürlichen Todesursachen sind es insbesondere Revierkämpfe, die den Hauptteil dieser Kategorie ausmachen. Tödliche Revierkämpfe wurden sowohl bei männlichen (n=10) wie auch weiblichen Seeadlern (n=19) festgestellt. Besonders häufig wurden diese letalen Kämpfe im Frühjahr nachgewiesen (Chi^2-Test, p=0,0152, n=29). Die zweithäufigste natürliche Todesursache wird durch Infektionen (n=18) mit Endoparasiten (n=6), Bakterien (n=2) und Pilzen (n=8) hervorgerufen. In zwei Fällen konnte der Erreger nicht identifiziert werden. Unter den Missbildungen, die sich als letal herausgestellt haben, ist es in sieben Fällen eine generalisierte Entwicklungsstörung des Großgefieders, gelegentlich unter Einbeziehung des Kleingefieders. In einem Fall der Kategorie Missbildung wurde eine verkrümmte Halswirbelsäule mit deformierten und überzähligen Wirbeln identifiziert. Zwei Seeadlernestlinge wurden im Alter von knapp zwei Wochen von Nebelkrähen (*Corvus corone cornix*) als Folge massiver Störungen durch den Menschen (Vertreibung des weiblichen Altvogels) getötet. An den toten Seeadlerküken wurden multiple Frakturen am Schädel und Kiefer festgestellt. Bei zwei Seeadlern (1x adult, 1x juvenil) konnte eine Nierengicht als Stoffwechselerkrankung festgestellt werden. Ein adulter Seeadler wurde im Eis eingefroren gefunden und war sehr wahrscheinlich ertrunken, wofür das nachgewiesene Wasser in der Luftröhre, den Lungen und den Luftsäcken spricht.

Die 11 Kategorien der „anthropogen bedingten" Todesursachen sind sehr unterschiedlich gewichtet. In jeweils drei Fällen starben Seeadler an einer Quecksilbervergiftung mit letalen Nierenwerten von >30 ppm (mg/kg, THOMPSON 1996), wurden erschossen (1x Kugelgeschoss, 2x Schrote) oder Opfer des Straßenverkehrs (1x Bundesstraße, 1x Landstraße, 1x Autobahn). Bei 13 Seeadlern wurde aufgrund der Röntgenuntersuchungen als Nebenbefund ein Beschuss mit Schotmunition festgestellt.

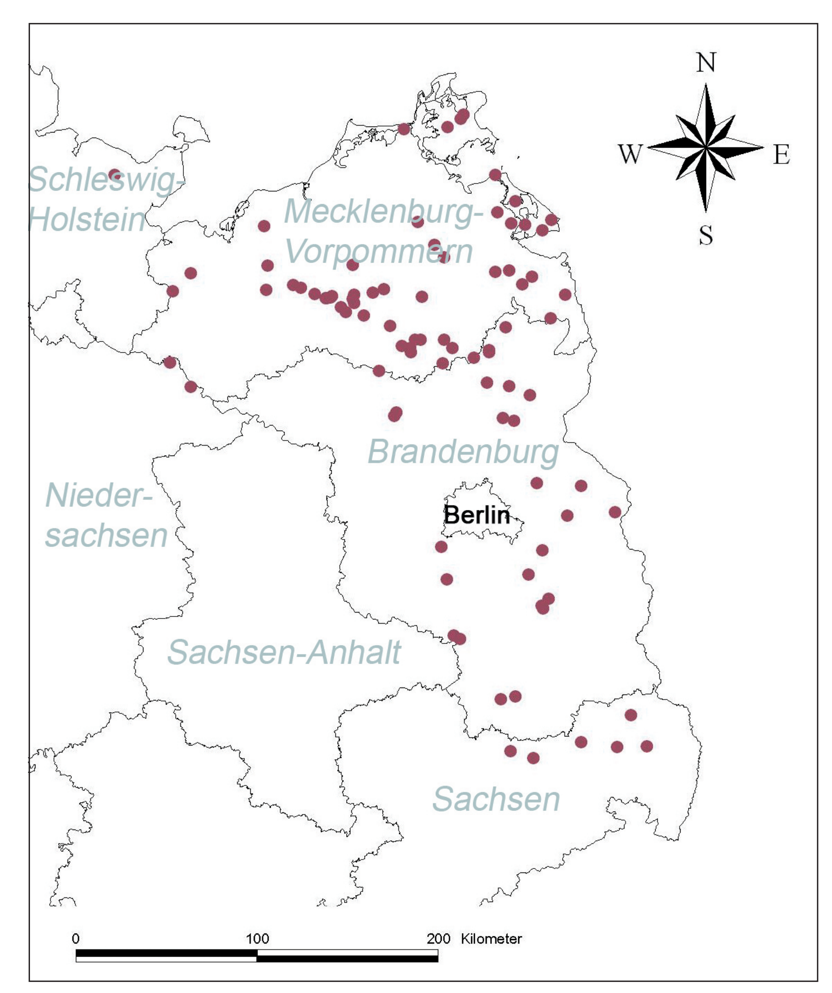


Abb. 2: Fundorte der bleivergifteten Seeadler im Nordosten Deutschlands. — *Locations of lead poisoned White-tailed Sea Eagles in northeast Germany.*

Vergiftungen mit Carbamaten, insbesondere mit Carbofuran, wurden in 10 Fällen diagnostiziert. In 19 weiteren Fällen lag ein Verdacht auf eine Vergiftung mit Carbamaten (indirekte Parasympathomimetika) vor. Hinweise darauf gaben vor allem fehlende Anzeichen von Gewalteinwirkungen oder Infektionen sowie der gute Ernährungszustand und verkrampfte Fänge, die gelegentlich Bodensubstrat enthielten. Kollisionen mit Stromleitungen wurden bei 12 Vögeln und mit Windkraftanlagen bei 13 Seeadlern als Todesursachen ermittelt, wobei es bei den Windkraftanlagenopfern eine auffällige Häufung in den Monaten März, April und Mai gibt (Chi^2-Test, p=0,0119, n=13). An einem Stromschlag sind 15 Seeadler verendet (7x Mittelspannungsleitungen, 3x Hochspannungsleitungen, 5x unbekannte

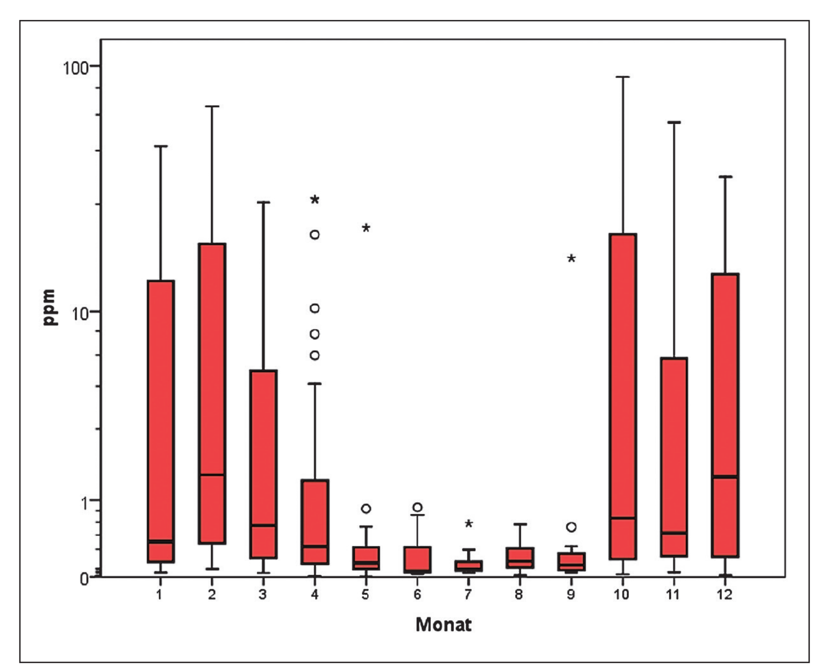


Abb. 3: Jahresverlauf der Leberbleiwerte in ppm (FG) tot aufgefundener Seeadler. Box-Whisker Plots mit Darstellung des Medians und der 5%-, 25%-, 75%-, 95%-Perzentilen, Ausreißer (Kreise) und Extremwerte (Sterne) in logarithmischer Skalierung (log 10). — Annual course of liver lead levels in ppm (on a wet weight basis) of White-tailed Sea Eagles found dead. Box-whisker plots display medians, 5th, 25th, 75th, 95th percentiles, outliers (circles) and extreme values (stars) on a log10 scale.

Leitung). In der Kategorie Trauma sind 42 Seeadler zusammengefasst, die an einer Gewalteinwirkung verendet sind, die sich keiner spezifischen Ursache zuordnen lässt. Kollisionen mit der Bahn konnten in 65 Fällen für den Tod der Seeadler verantwortlich gemacht werden.

Die meisten Seeadler (n=89) sind an einer Bleivergiftung verendet. Diese Diagnose wurde anhand der letalen Bleiwerte in Leber und Niere und am Sektionsbefund gestellt. Bei der Sektion bleivergifteter Seeadler wurden vor allem Veränderungen der Leber, der Gallengänge und der Gallenblase nachgewiesen. Letale Bleikonzentrationen sind Werte von mehr als 5 ppm (mg/kg, Franson 1996). Insgesamt wurden bei 46 Seeadlern Bleipartikel im Magen oder Kropf gefunden. In sieben Fällen konnten Bleischrote und in 39 Fällen Partikel von Teilmantelgeschossen zweifelsfrei identifiziert werden. Die Fundorte bleivergifteter Seeadler sind in Abb. 2 dargestellt und weisen deutliche regionale Unterschiede auf. So wurden prozentual die meisten bleivergifteten Seeadler in Sachsen (37%, n=17), gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern (27%, n=196), Brandenburg (23%, n=122), Niedersachsen (15%, n=13) und Schleswig-Holstein (3%, n=37) nachgewiesen.

Die Funde der bleivergifteten Adler sind nicht gleichmäßig über das Jahr verteilt (Abb. 3), sondern kumulieren signifikant während der Herbst- und Wintermonate (Chi^2-Test, $p<0{,}0001$, n=89).

Diskussion

Zusammensetzung der Stichprobe

Auffällig ist die hohe Anzahl weiblicher Seeadler, die gefunden wurden. Möglicherweise fallen die Tierkörper der größeren weiblichen Seeadler im Gelände eher auf und werden leichter gefunden als die Männchen. Eine andere Erklärung wäre, dass es mehr Weibchen in der Population gibt. Die Verteilung der gefundenen Altersklassen spiegelt vermutlich die Altersstruktur und Sterblichkeit innerhalb der Population wider. Die Sterblichkeit nimmt mit zunehmendem Alter und wachsender Erfahrung ab, wobei hier die Alterspyramide nach oben natürlicherweise immer schmaler wird. Unklar ist, ob neben einer zu erwartenden erhöhten Jugendsterblichkeit ein zweiter Mortalitäts-Peak zum Zeitpunkt der Revieretablierung mit einem Alter von fünf bis sieben Jahren bei Seeadlern existiert. Der hohe Anteil gut bis sehr gut genährter Adler spiegelt hauptsächlich schnell eintretende Todesfälle, wie Unfallopfer (z. B. Kollisionen mit der Bahn, Stromleitungen, Windkraftanlagen und unspezifische Traumata) bei den untersuchten Adlern wider. Chronisch kranke Seeadler oder solche mit chronischen Vergiftungen sind häufig nicht in der Lage Nahrung zu erbeuten, überleben eine zeitlang ohne Nahrung und sterben mit Verzögerung an Unterernährung.

Natürliche Todesursachen

Unter den „natürlichen" Todesursachen ist der Tod durch Revierkampf die bedeutendste Verlustursache. Die meisten Adler kamen bei innerartlichen Auseinandersetzungen im Frühjahr (April, Mai) zu Tode. Schimmelpilzinfektionen (Aspergillose) des Atmungssystems (Lungen, Lufsäcke) spielen unter den Infektionskrankheiten die größte Rolle. Unter den Parasiten ist es insbesondere der Leberegel *Metorchis bilis*, der die Gallenblase und die Gallengänge der Adler befällt und zu letalen Infektionen führen kann. Weitere Endoparasiten und deren Bedeutung für Greifvögel als Wirte wurden von Krone (2007) beschrieben. Eine Liste mit bei Seeadlern vorkommenden Endoparsiten findet sich bei Krone et al. (2003). Die Missbildung des Großgefieders, auch als „Pinching off"-Syndrom bekannt, führt zur Flugunfähigkeit der Vögel und in der Natur zwangsläufig zum Tod der betroffenen Adler. Die Ätiologie dieser generalisierten Entwicklungsstörung der Schwung- und Stoßfedern ist noch immer unklar (Müller et al. 2007, Fasungova et al. 2008). Jungvögel, die davon betroffen sind, sind zeitlebens flugunfähig. Häufig werden sie länger als gesunde gleichaltrige Artgenossen zunächst im Horst und später am Boden von den Eltern weitergefüttert. Als Prädatoren von nestjungen Seeadlern können gelegentlich Uhus in Erscheinung treten. Nebelkrähen kommen als

echte Prädatoren kaum in Betracht, doch in einem Fall wurden zwei Seeadlernestlinge (ALTENKAMP et al. 2007) von Nebelkrähen getötet, nachdem der weibliche Altvogel aufgrund von intensiven und wiederholten Störungen durch Menschen vom Horstplatz vertrieben wurde. Gezielte Schnabelhiebe auf die Köpfe der Jungadler führten zu tödlichen Verletzungen. Eine Nierengicht als letale Stoffwechselerkrankung wurde in zwei Fällen diagnostiziert. Ein ertrunkener Seeadler wurde möglicherweise Opfer eines Revierkampfes, was ohne eindeutige Kampfspuren am Tierkörper aber unsicher bleibt. Bei Revierkämpfen wird gelegentlich der Unterlegene ertränkt, was in dem oben genannten Fall eine plausible Erklärung für das Ertrinken sein könnte.

Anthropogen bedingte Todesursachen

Unter den „anthropogen bedingten" Todesursachen fallen drei erschossene Seeadler auf. In diesen Fällen sind die Adler nicht sofort, sondern mit wenigen Tagen Verzögerung an den Folgen des Beschusses verendet. In einem Fall wurde durch ein Kugelgeschoss lediglich die Schulter eines Adlers zertrümmert. Diese Befunde illegaler Verfolgung stellen vermutlich nur die Spitze eines Eisberges dar, da es wahrscheinlich ist, dass die meisten erschossenen Seeadler vom Schützen direkt geborgen und keiner pathologischen Untersuchung zugeführt werden. Ebenfalls drei Seeadler sind Opfer des Straßenverkehrs geworden. Drei Adler sind an einer Quecksilbervergiftung gestorben. Gelangte Quecksilber früher über gebeiztes Saatgut in die Nahrungskette der Seeadler (OEHME 1981), sind die Quellen für derartige hohe Expositionen heute unklar. Möglicherweise handelt es sich um Industrieemissionen oder industrielle Altlasten, die sich nur lokal im limnischen System angereichert haben. In den nachgewiesenen Fällen einer illegalen Vergiftung (n=10) der Seeadler mit Carbamaten wurden präparierte Köder gefressen. Diese Giftköder stellen nicht nur für aasfressende Tiere sondern auch für Kinder eine ernstzunehmende Gefahr dar. In jedem Fall sollte die Umgebung von vergifteten Seeadlern großflächig nach dem Giftköder und weiteren Opfern intensiv abgesucht und der Fall den zuständigen Behörden gemeldet werden. In 19 weiteren Fällen bestand ein Vergiftungsverdacht, ohne dass ein Gift nachgewiesen werden konnte. Die Schwierigkeit des Nachweises bei den indirekten Parasympathomimetika besteht u.a. im raschen chemischen Zerfall dieser Stoffe (LÜLLMANN et al. 2004), insbesondere in Tierkörpern, die sich bereits in der Autolyse befinden. In einigen Fällen waren während der Sektion weder Kropf- noch Mageninhalt vorhanden. Dies liegt möglicherweise an der durch die Parasympathomimetika verursachte Acetylcholinüberschwemmung, die zu Magenkrämpfen und dem damit einhergehenden Erbrechen des Mageninhalts führen kann (OSWEILER et al. 1985). Die zunehmende Verdrahtung der Landschaft durch Stromleitungen ist auch für den Seeadler relevant, da dies zu Kollisionen mit den Stromleitungen führen kann. Seit den ersten Nachweisen von Kollisionen von Seeadlern mit Windkraftanlagen (KRONE & SCHARNWEBER 2003) hat diese Todesursache in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Die auffällige Häufung von Windkraftanlagenopfern adulter Adler im Frühjahr lässt sich möglicherweise mit einer erhöhten Flugaktivität (z. B. Balz, Revierabgrenzung) erklären. Beim Stromschlag starben die Vögel entweder an einem Kurzschluss, wenn sie zwei spannungsführende Kabel überbrückten oder an einem Erdschluss, wenn sie ein spannungsführendes Kabel berührten und der Strom durch sie hindurch in die Traverse, den Strommasten und den Boden ging. Dies geschieht häufig, wenn die Stromkabel an stehenden Isolatoren befestigt sind, wie dies noch auf viele Mittelspannungsleitungen zutrifft. Umspannmasten stellen eine zusätzliche Gefahr für Großvögel dar, da sie zahlreiche leicht zu überbrückende spannungsführende Kabel aufweisen. Diese Todesursache spielt für Seeadler immer noch eine bedeutende Rolle in Deutschland, obwohl das Bundesnaturschutzgesetz (§ 53) die deutschen Stromkonzerne verpflichtet, so genannte „Killermasten" zu entschärfen und zukünftig nur noch vogelsichere Masten zu installieren (HAAS & SCHÜRENBERG 2008). Die Sammelkategorie „Trauma" beinhaltet die Todesfälle, die sich auf eine letale Gewalteinwirkung zurückführen lassen, ohne dass die Ursache dafür bekannt geworden wäre. Möglicherweise verbergen sich hinter dieser Todesursache viele Kollisionsopfer (insbesondere Leitungsanflug), die mit der Verletzung noch eine Zeit weitergelebt haben und erst in einiger Entfernung vom Unfallort gestorben sind.

Die zweithäufigste Todesursache für Seeadler ist die Kollision mit der Bahn. Häufig finden sich verunfallte Wildtiere an der Bahntrasse, die für Seeadler als Aasfresser eine leicht zugängliche Nahrungsquelle darstellen. Da die Kadaver dieser Wildtiere nicht mehr (wie früher durch die Streckenwärter) weggeräumt werden, liegen sie oft wochenlang neben den Gleisen. Frisst nun ein Seeadler daran, kann er unter Umständen nicht mehr rechtzeitig auffliegen und kollidiert entweder direkt mit dem Zug, oder wird durch den Sog des vorbeifahrenden Zuges in diesen hineingezogen und erleidet tödliche Verletzungen.

Bleivergiftungen

Die bei weitem wichtigste Todesursache der Seeadler in Deutschland ist die Bleivergiftung. Die Quellen dieser Bleivergiftungen stellen Splitter bleihaltiger Jagdmunition und Bleischrote dar, die der Seeadler mit der Nahrung aufnimmt. Offensichtlich sind die Reste bleihaltiger Büchsengeschosse von einer größeren Relevanz als blei-

haltige Schrotmunition, wie die Röntgenaufnahmen der Tierkörper als auch die isolierten Bleifragmente aus den Seeadlermägen belegen und wie es auch bei anderen Arten beschrieben wurde (HUNT et al. 2005, CHURCH et al. 2006). Regionale Unterschiede in der Jagdpraxis, wie z. B. das Zurücklassen von Aufbrüchen mit Bleipartikeln in der Natur, intensive Niederwild- und Wasservogeljagd mit Schrotmunition und regionale Unterschiede in Vorkommen und Häufigkeit von jagdbaren Wildarten und der damit verbundenen Wildstrecken können das Risiko der Bleivergiftung bei aasfressenden Vögeln erheblich beeinflussen. Insbesondere chronisch bleivergiftete Seeadler sterben einen langsamen Tod, wie anhand eines adulten Seeadlers, der mit einem Satellitensender ausgestattet war, gezeigt werden konnte (KRONE et al. 2009). Dass neben Seeadlern auch weitere europäische Greifvogelarten von Bleivergiftungen betroffen sind, konnte wiederholt gezeigt werden (FISHER et al. 2006, KENNTNER et al. 2005, KENNTNER et al. 2007, PAIN & AMIARD-TRIQUET 1993, PAIN et al. 1995, STEHLE 1980). Bleivergiftungen bei Seeadlern spielen auch in Finnland (KRONE et al. 2006), Grönland (KRONE et al. 2004), Japan (KIM et al. 1999) und Polen (FALANDYSZ et al. 1988, KALISINSKA et al. 2006) eine große Rolle und sind auch für Seeadler aus Österreich (KENNTNER et al. 2001) und Schweden (B. Helander pers. Mitt.) dokumentiert.

Analog zur vorliegenden Untersuchung wurden im Blut von Kolkraben (*Corvus corax*) in Nordamerika bei 47% der untersuchten Vögel im Winterhalbjahr – während der Jagdsaison – erhöhte Bleiwerte gemessen, während im Sommer nur 2% der Kolkraben erhöhte Blutbleiwerte aufwiesen. Die Autoren führen dies auf die Aufnahme von bleikontaminiertem Wildaufbruch zurück, welcher eine wichtige Nahrungsressource für die überwinternden Raben darstellt (CRAIGHEAD & BEDROSIAN 2007).

Ein gesetzliches Verbot von bleihaltiger Jagdmunition existiert aktuell nur für die Sikahirschjagd auf Hokkaido/Japan (MATSUDA 2003) und seit dem 01.01.2008 in Südkalifornien im Lebensraum des durch Bleivergiftung stark bedrohten Kalifornischen Kondors (*Gymnogyps californianus*). Neben dem Verbot von Bleischrot bei der Wasservogeljagd in vielen europäischen Ländern gibt es eine internationale Empfehlung zum Verbot von Bleischrot in Feuchtgebieten, da auch Wasservögel durch die Aufnahme von Bleischroten, die sie in flachen Gewässern beim Gründeln aufnehmen, von Bleivergiftungen betroffen sind. Das Afrikanisch-Eurasische-Wasservogel-Übereinkommen (http://www.unep-aewa.org) als Teil der Bonner Konvention zum Schutz wandernder Tierarten, welches ein Verbot von Bleischrot an oder über Gewässern empfiehlt, wurde bisher von 36 eurasischen und 25 afrikanischen Ländern unterzeichnet (Stand März 2008). In Mitteleuropa hat neben Polen nur Österreich das Übereinkommen bislang nicht unterzeichnet.

Dank

Die Autoren danken den Kollegen und Kolleginnen des IZW für ihre Unterstützung, insbesondere Dr. G. Wibbelt und Dr. C. Szentiks für die histologische Diagnostik, Dr. S. Speck für die bakteriologischen Untersuchungen und K. Blank und K. Totschek für ihre technische Unterstützung bei den Sektionen. Unserer besonderer Dank gilt Dr. L. Wölfel und C. Herrmann für die Logistik der Seeadlersammlung in Mecklenburg-Vorpommern, den Mitgliedern der Projektgruppe Adlerschutz Mecklenburg-Vorpommern, der Projektgruppe Seeadlerschutz Schleswig-Holstein, besonders B. Struwe-Juhl, der Arbeitsgruppe Adlerschutz Niedersachsen sowie den staatlichen Vogelschutzwarten Sachsen mit W. Nachtigall und Brandenburg (Dr. T. Langgemach) und der Naturschutzstation Woblitz (P. Sömmer). Darüber hinaus haben viele Naturschutzbehörden und veterinärmedizinische Untersuchungsämter der Bundesländer, Großschutzgebietsverwaltungen, ehrenamtliche Mitarbeiter vieler Organisationen, Jäger und Förster Tierkörper von Seeadlern eingesammelt und zusammen mit den Hintergrundinformationen zur Untersuchung ans IZW eingereicht. Diese Studie wurde teilweise durch das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) Mecklenburg-Vorpommern finanziell unterstützt, wofür wir uns herzlich bedanken möchten.

Zusammenfassung

Von 1996–2007 wurden die Todes- und Gefährdungsursachen von 390 Seeadlern (*Haliaeetus albicilla*) aus Deutschland am Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) in Berlin untersucht. Die veterinärpathologische Sektion der Tierkörper wurde durch parasitologische, bakteriologische, histologische, röntgenologische und toxikologische Untersuchungen ergänzt. Detaillierte Angaben zu den Fundumständen der Seeadler wurden bei der Auswertung berücksichtigt. Bei den Todesursachen der Seeadler wurden 17 Kategorien unterschieden, welche in „natürliche“ und „anthropogen bedingte“ Todesursachen unterteilt wurden.

Intraspezifische Revierkämpfe sind mit 29 verendeten Seeadlern die Haupttodesursache unter den natürlichen Verlusten. An Infektionen durch Bakterien, Parasiten und Pilzen verendeten 18 Vögel, Gefiedermissbildungen („Pinching off“-Syndrom) welche das Überleben in freier Wildbahn nicht gewährleisten, waren bei sieben Seeadlern die Verlustursache. Eine Tötung durch Nebelkrähen (*Corvus corone cornix*) bei einer stark gestörten

Brut wurde bei zwei Seeadlernestlingen dokumentiert, jeweils ein adulter und juveniler Vogel verendeten an einer Nierengicht.

Unter den 11 Kategorien für „anthropogen bedingte“ Todesursachen waren jeweils drei Vögel mit letalen Quecksilberwerten (>30 µg/g) in den Nieren, mit tödlichen Schussverletzungen (1x Kugel-, 2x Schrotbeschuss) und Opfer des Straßenverkehrs (1x Bundes-, 1x Landstraße, 1x Autobahn).

Bei 10 Seeadlern wurde eine Vergiftung mit Carbamaten (z. B. Carbofuran) nachgewiesen, bei weiteren 19 Vögeln bestand ein Vergiftungsverdacht. Anflugtraumata an Stromleitungen und Windkraftanlagen waren in 12 bzw. 13 Fällen die Todesursache, bei 42 Vögeln ließ sich die Ursache der fatalen Traumata nicht näher bestimmen. An einem tödlichen Stromschlag sind 15 Seeadler verendet.

Die zweithäufigste Todesursache bei Seeadlern (n=65) in Deutschland stellen Kollisionen mit der Bahn dar: Während die Seeadler am Bahnkörper an verunglückten Wildtieren oder Vieh fressen, werden sie ihrerseits direkt von dem Zug oder durch dessen Sog erfasst und erliegen den tödlichen Verletzungen.

Die letale Bleivergiftung ist mit 89 Fällen (22,7%) die häufigste Todesursache bei Seeadlern. Diese Bleivergiftungen resultieren aus der Aufnahme von metallischem Blei mit der Nahrung. Quellen für diese Aufnahme sind das Erbeuten von angeschossenen Wildtieren und insbesondere der Verzehr von bleihaltigem Wildaufbruch oder beschossenen und später verendeten Wildtieren. Bei sieben bleivergifteten Seeadlern wurden Bleischrote und bei 39 Seeadlern die Fragmente von Büchsengeschossen aus dem Verdauungstrakt isoliert.

Literatur

ALTENKAMP R., STÖWE D. & O. KRONE (2007): Verlauf und Scheitern einer Brut des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla*) in Berlin und Konsequenzen für den Schutz der Brutplätze. — Berl. ornithol. Ber. **17**: 31–41.

CHURCH M.E., GWIAZDA R., RISEBROUGH R.W., SORENSON K., CHAMBERLAIN C.P., FARRY S., HEINRICH W., RIDEOUT B.A. & D.R. SMITH (2006): Ammunition is the principal source of lead accumulated by California Condors re-introduced to the wild. — Environ. Sci. & Technol. **40**: 6143–6150.

CRAIGHEAD D. & B. BEDROSIAN (2007): Blood levels of Common Ravens with access to big-game offal. — J. Wildlife Manag. **72**: 240–245.

FALANDYSZ J., JAKUCZUN B. & T. MIZERA (1988): Metals and organochlorines in four female White-tailed Sea Eagles. — Mar. Pollut. Bull. **19**: 521–526.

FASUNGOVA L., LITERAK I., SYCHRA O., NOVOTNY L., GRYMOVA V., KUBICEK O., SMID B., & P. KULICH (2008): Pinching off syndrome in two White-tailed Sea Eagles (*Haliaeetus albicilla*) in the Czech Republic. — J. Raptor Res. **42**: 65–66.

FISCHER W. (1984): Die Seeadler. — Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt.

FISHER I.J., PAIN D.J., & V.G. THOMAS (2006): A review of lead poisoning from ammunition sources in terrestrial birds. — Biol. Conserv. **131**: 421–432.

FORSMAN D. (1999): The raptors of Europe and the Middle East. A handbook of field identification. — Poyser, London.

FRANSON C. (1996): Interpretation of tissue lead residues in birds other than waterfowl. In BEYER W.N., HEINZ G.H. & A.W. REDMON-NORWOOD (eds.): Environmental Contaminants in Wildlife – Interpreting Tissue Concentrations. — CRC Press, Boca Raton: 265–279.

GLUTZ VON BLOTZHEIM U.N., BAUER K.M. & E. BEZZEL (1971): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 4. — Akadem. Verlagsges., Frankfurt am Main: 169–203.

HAAS D. & B. SCHÜRENBERG (2008): Stromtod von Vögeln. Grundlagen und Standards zum Vogelschutz an Freileitungen. — Ökol. Vögel **26**: 1–303.

HAHN E. & K. HAHN (1995): Greifvögel. In KLEIN P. & M. PAULUS (Hrsg.): Umweltproben für die Schadstoffanalytik im Biomonitoring. — Gustav Fischer Verlag, Jena: 238–254.

HAUFF P. (1998): Bestandsentwicklung des Seeadlers *Haliaeetus albicilla* in Deutschland seit 1980 mit einem Rückblick auf die vergangenen 100 Jahre. — Vogelwelt **119**: 47–63.

HAUFF P., MIZERA T., CHAVKO J., DANKO S., EHMSEN E., HUDEC K., PROBST R. & F. VERA (2007): Verbreitung und Dichte des Seeadlers *Haliaeetus albicilla* in sieben Ländern Mitteleuropas. — Vogelwarte **45**: 376–377.

HELANDER B. (1988): Måtț, vikt och dräkter. In GERDEHAG P. & B. HELANDER: Havsörn. — Bonnier Fakta Bokverlag AB, Stockholm, Sweden: 99–101.

HUNT W.G., BURNHAM W., PARISH C.N., BURNHAM K., MUTCH B. & J.L. OAKS (2005): Bullet fragments in deer remains: implications for avian scavengers. — Wildl. Soc. Bull. **33**: 167–170.

KALISINSKA E., SALICKI W. & A. JACKOWSKI (2006): Six trace metals in White-tailed Sea Eagle from northwestern Poland. — Pol. J. Environ. Stud. **15**: 727–737.

KENNTNER N., TATARUCH F. & O. KRONE (2001): Heavy metals in soft tissue of White-tailed Sea Eagles found dead or moribund in Germany and Austria from 1993 to 2000. — Environ. Toxicol. Chem. **20**: 1831–1837.

KENNTNER N., KRONE O., OEHME G., HEIDECKE D. & F. TATARUCH (2003): Organochlorine contaminants in body tissue of free-ranging White-tailed Sea Eagles from northern regions of Germany. — Environ. Toxicol. Chem. **22**: 1457–1467.

KENNTNER N., TATARUCH F. & O. KRONE (2005): Risk assessment of environmental contaminants in White-tailed Sea Eagles (*Haliaeetus albicilla*) from Germany. In POHLMEYER K. (ed.): Extended Abstracts of the XXVIIth Congress of the International Union of Game Biologists, Hannover, Germany, 28 August – 3 September 2005. — DSV-Verlag, Hamburg: 125–127.

KENNTNER, N., Y. CRETTENAND, H.-J. FÜNFSTÜCK, M. JANOVSKY & F. TATARUCH (2007): Lead poisoning and heavy metal exposure of golden eagles (Aquila chrysaetos) from the European Alps. J. Ornithol. **148**: 173-177.

KIM E.Y., GOTO R., IWATA H., MASUDA Y., TANABE S. & S. FUJITA (1999): Preliminary survey of lead poisoning of Steller's Eagle (*Haliaeetus pelagicus*) and White-tailed Sea Eagle (*Haliaeetus albicilla*) in Hokkaido, Japan. — Environ. Toxicol. Chem. **18**: 448–451.

Krone O. (2000): Endoparasites in free-ranging birds of prey in Germany. In Lumeij J.T., Remple D., Redig P.T., Lierz M. & J.E. Cooper (eds.): Raptor Biomedicine III. — Zoological Education Network, Florida, USA: 101–116.

Krone O. (2007): Endoparasites. In Bird D.M & K.L. Bildstein (eds.): Raptor research and management techniques. — Hancock House Publishers, Surrey, Canada: 318–328.

Krone O., Berger A. & R. Schulte (2009): Recording movement and activity pattern of a White-tailed Sea Eagle (*Haliaeetus albicilla*) by a GPS datalogger. — J. Ornithol. **150**: 273–280.

Krone O., Langgemach T., Sömmer P. & N. Kenntner (2003): Causes of mortality in White-tailed Sea Eagles from Germany. In Helander B., Marquiss M. & W. Bowermann (eds.): Eagles 2000. — Swedish Society for Nature Conservation SNF, Stockholm, Sweden: 211–218.

Krone O. & C. Scharnweber (2003): Two White-tailed Sea Eagles (*Haliaeetus albicilla*) collide with wind generators in northern Germany. — J. Raptor Res. **37**: 174–176.

Krone O., Stjernberg T., Kenntner N., Tataruch F., Koivusaari J. & I. Nuuja (2006): Mortality factors, helminth burden, and contaminant residues in White-tailed Sea Eagles (*Haliaeetus albicilla*) from Finland. — Ambio **35**: 98–104.

Krone O., Wille F., Kenntner N., Boertmann D. & F. Tataruch (2004): Mortality factors, environmental contaminants, and parasites of White-tailed Sea Eagles from Greenland. — Avian Dis. **48**: 417–424.

Love J.A. (1983): The return of the eagle. — Cambridge University Press, London.

Lüllmann H., Mohr K. & L. Hein (2004): Taschenatlas Pharmakologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Matsuda H. (2003): Challenges posed by the precautionary principle and accountability in ecological risk assessment. — Environmetrics **14**: 245–254.

Mizera T. (1999) Bielik. Monografie przyrodnicze, Nr. 4. — Lubuski Klub Przyrodnikow, Swiebodzinie.

Müller K., Schettler E., Gerlach H., Brunnberg L., Hafez H.M., Hattermann K., Johne R., Kollmann R., Krone O., Lierz M., Lueschow D., Mankertz A., Müller H., Prusas C., Raue R., Soike D., Speck S., Wolf P. & K. Frölich (2007): Investigations on the aetiology of pinching off syndrome in four White-tailed Sea Eagles (*Haliaeetus albicilla*) from Germany. — Avian Pathol. **36**: 235–243.

Oehme G. (1975): Zur Ernährungsökologie des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla* L.) unter besonderer Berücksichtigung der Population in den drei Nordbezirken der DDR. — Dissertation, Univ. Greifswald.

Oehme G. (1981): Zur Quecksilberrückstandsbelastung tot aufgefundener Seeadler – *Haliaeetus albicilla* (L.) – in den Jahren 1967 bis 1978. — Biol. Rundschau **19**: 174–176.

Osweiler, G. D., Carson T. L., Buck W. B. & G. A. Van Gelder (1985): Clinical and diagnostic veterinary toxicology. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, USA.

Pain D.J. & C. Amiard-Triquet (1993): Lead poisoning of raptors in France and elsewhere. — Ecotox. Environ. Safe. **25**: 183–192.

Pain D.J., Sears J. & I. Newton (1995): Lead concentrations in birds of prey in Britain. — Environ. Poll. **87**: 173–180.

Stehle S. (1980): Orale Bleivergiftung bei Greifvögeln (Falconiformes) – Vorläufige Mitteilung. — Kleintierparxis **25**: 309–310.

Struwe-Juhl B. (1998): Zur Nahrungsökologie des Seeadlers in Schlewig-Holstein. In Projektgruppe Seeadlerschutz Schlewig-Holstein e.V. (Hrsg.): 30 Jahre Seeadlerschutz in Schlewig-Holstein. — Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schlewig-Holstein, WWF-Deutschland: 51–60.

Thompson D.R. (1996): Mercury in birds and terrestrial mammals. In Beyer W.N., Heinz G.H. & A.W. Redmoon-Norwod (eds.): Environmental Contaminants in Wildlife – Interpreting Tissue Concentrations. — CRC Press, Boca Raton: 341–356.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Oliver Krone
Leibniz- Institut für Zoo- und Wildtierforschung
Alfred-Kowalke-Str. 17, D-10315 Berlin
E-Mail: krone@izw-berlin.de
http://www.seeadlerforschung.de/

Dr. Norbert Kenntner
Leibniz- Institut für Zoo- und Wildtierforschung
Alfred-Kowalke-Str. 17, D-10315 Berlin

Prof. Dr. Frieda Tataruch
Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie
Savoyenstr. 1, A-1160 Wien